

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-277502

(43)Date of publication of application : 09.10.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/045
B41J 2/055

(21)Application number : 2000-098080

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 31.03.2000

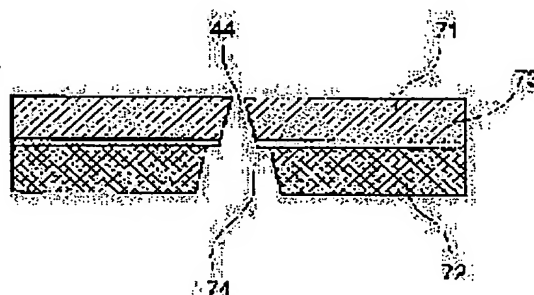
(72)Inventor : TSUNODA SHINICHI
MIYAGUCHI YOICHIRO
KONDO NOBUAKI

(54) LIQUID DROP EJECTION HEAD AND INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink jet recorder having a high ejection efficiency in which variation in the ejection characteristics is suppressed by increasing the rigidity through use of a nozzle forming member having a laminate structure in order to eliminate incomplete ejection due to low rigidity and low ejection efficiency when a polyimide resin member is used as the nozzle forming member.

SOLUTION: The nozzle forming member comprises a laminate member of a resin member 71 having a nozzle and a high rigidity member 72 having an opening 74 communicating with the nozzle wherein a channel forming member and the high rigidity member 72 being bonded thereto have substantially identical coefficients of linear thermal expansion. The channel forming member is preferably formed of silicon. The high rigidity member 72 is preferably formed of silicon or kovar material or ferronico material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-277502
(P2001-277502A)

(43) 公開日 平成13年10月9日 (2001.10.9)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
B 4 1 J 2/045 2/055		B 4 1 J 3/04	1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-98080 (P2000-98080)
(22) 出願日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(71) 出願人 000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(72) 発明者 角田 慎一
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内
(72) 発明者 宮口 耀一郎
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内
(74) 代理人 230100631
弁護士 稲元 富保

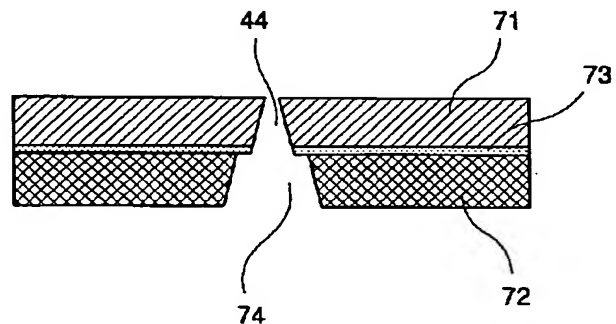
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッド及びインクジェット記録装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ノズル形成部材にポリイミド等の樹脂部材を用いると剛性が低く、噴射効率が低下し、吐出不良の原因になる。そこで、積層構造のノズル形成部材を用いて剛性を高め、噴射特性のバラツキが少なく、噴射効率が高いインクジェット記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル形成部材はノズルを形成した樹脂部材71とノズルに連通するノズル連通口74を形成した高剛性部材72との積層部材からなり、流路形成部材とこの流路形成部材に接合する高剛性部材72とは線熱膨張係数が略同じである構成とした。ここで、流路形成部材はシリコンで形成されていることが好ましい。また、高剛性部材72はシリコンで形成されていること、或いは、高剛性部材72がコバール材又はフェルニコ材であることが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルを有するノズル形成部材と、このノズル形成部材が接合され、前記ノズルが連通する流路を形成する流路形成部材とを備えた液滴吐出ヘッドにおいて、前記ノズル形成部材は前記ノズルを形成した樹脂部材と前記ノズルに連通するノズル連通口を形成した高剛性部材との積層部材からなり、前記流路形成部材とこの流路形成部材に接合する前記高剛性部材とは線熱膨張係数が略同じであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記流路形成部材がシリコンで形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高剛性部材がシリコンで形成されていることを特徴とする液室吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高剛性部材がコバール材又はフェルニコ材であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高剛性部材のノズル連通口はノズル側開口面積が流路側開口面積より小さいことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高剛性部材には前記流路とこの流路に液体を供給する共通流路とを連通する流体抵抗部が形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高剛性部材のノズル連通口はプレス、エッチング又はレーザー照射で形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記樹脂部材がポリイミド樹脂であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項9】 請求項1乃至7のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記樹脂部材がアラミド樹脂であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項10】 請求項1乃至9のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記樹脂部材のノズルはレーザー照射で形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項11】 請求項1乃至10のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記樹脂部材の吐出面側表面には撥水性を有する撥水層が形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項12】 請求項1乃至11のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記ノズル形成部材の樹脂部材と高剛性部材とは熱可塑性ポリイミドで接合されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項13】 請求項1乃至12のいずれかに記載の

液滴吐出ヘッドにおいて、前記ノズル形成部材の高剛性部材と前記流路形成部材とは熱可塑性ポリイミドで接合されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項14】 請求項1乃至13のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高剛性部材の厚みが、10～200μmの範囲内であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項15】 請求項1乃至14のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記樹脂部材の厚みが、10～100μmの範囲内であることを特徴とする液室吐出ヘッド。

【請求項16】 請求項1乃至15のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記流路の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、前記振動板を静電力で変形変位させることで前記ノズルから液滴を吐出させることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項17】 インクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドが前記請求項1乃至16のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液滴吐出ヘッド及びインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置）として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドの1つであるインクジェットヘッドは、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路（液室、加圧室、吐出室、圧力室、加圧液室等とも称される。）と、このインク流路内のインクを加圧するエネルギーを発生するエネルギー発生手段とを備えて、エネルギー発生手段を駆動することでインク流路内インクを加圧してノズルから液滴であるインク滴を吐出させるものである。

【0003】ここで、ノズルを形成するノズル形成部材であるノズル板としては、例えば、特開平3-297653号公報に記載されているように、ステンレス（SUS）、ポリイミド、ニッケル、シリコン等の材料が用いられ、また、ノズルの穴を形成する穴開け工法としては、打ち抜き、エッチング、レーザー加工、電鍍等が知られている。

【0004】また、ノズル板としては、上述したような単層構造のものに代えて、特開平10-119300号公報に記載されているように、ノズルの穴径の精度を保つ層と高い剛性を保つ層との二層構造にしたものもある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、インクジェットヘッドの高密度化、高画質化に伴ってノズルの穴径に要求される精度が高くなっており、金属板の打ち抜き、エッチング、電鍍等の穴開け工法では、要求される精度を確保できなくなっている。また、最も高精度の穴開け加工を行うことのできるレーザー穴加工にあっては、ノズル形成部材が金属やシリコンの場合にはコストやタクトタイムがかかるので、実用的でなく、使用できるノズル形成部材の材質がポリイミド等の樹脂部材に限られるという課題がある。

【0006】また、ノズル形成部材の剛性が低いと、ノズルに連通しているインク流路内の圧力変動を吸収するので、噴射効率が低下し、更には吐出不良の原因になる。特に、圧電素子を用いてインク流路の壁面を形成している振動板を変形変位させるピエゾ型、或いはインク流路の壁面を形成する振動板と電極を用いて静電力で振動板を変位変形させる静電型のインクジェットヘッドにおいては、このような噴射効率の低下や吐出不良が顕著になる。

【0007】そこで、上述したような積層構造のノズル形成部材が提案されているのであるが、このようなノズル形成部材をインク流路を形成している流路形成部材に接合するには一般に加熱による接合が行われるため、加熱接合後の降温による収縮によって、ノズル形成部材と流路形成部材と接合部に応力が残留し、その接合部の信頼性が低下し、場合によっては接合後の降温時にヘッドが破壊されることがあるという課題がある。

【0008】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、噴射特性のバラツキが少なく、噴射効率高く、且つ、信頼性の高い液滴吐出ヘッド及び安定した高画質記録を行うことのできるインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドにおいて、ノズル形成部材はノズルを形成した樹脂部材とノズルに連通するノズル連通口を形成した高剛性部材との積層部材からなり、流路形成部材とこの流路形成部材に接合する高剛性部材とは線熱膨張係数が略同じである構成としたものである。

【0010】ここで、流路形成部材はシリコンで形成されていることが好ましい。また、高剛性部材はシリコンで形成されていること、或いは、高剛性部材がコパール材又はフェルニコ材であることが好ましい。

【0011】また、高剛性部材のノズル連通口はノズル側開口面積が流路側開口面積より小さいことが好ましい。さらに、高剛性部材には流路とこの流路にインクを供給する共通流路とを連通する流体抵抗部が形成されていることが好ましい。さらにまた、高剛性部材のノズル連通口はプレス、エッチング又はレーザー照射で形成さ

れていることが好ましい。

【0012】さらに、樹脂部材がポリイミド樹脂であること、或いは、樹脂部材がアラミド樹脂であることが好ましい。また、樹脂部材のノズルはレーザー照射で形成されていることが好ましい。さらに、樹脂部材の吐出面側表面には撥水性を有する撥水層が形成されていることが好ましい。

【0013】また、ノズル形成部材の樹脂部材と高剛性部材とは熱可塑性ポリイミドで接合されていることが好ましい。さらに、ノズル形成部材の高剛性部材と流路形成部材とは熱可塑性ポリイミドで接合されていることが好ましい。

【0014】さらに、高剛性部材の厚みは10～200 μm の範囲内であることが好ましい。また、樹脂部材の厚みは10～100 μm の範囲内であることが好ましい。

【0015】さらにまた、流路の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板を静電力で変形変位させることでノズルから液滴を吐出させることが好ましい。

【0016】本発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出させるインクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、インクジェットヘッドが本発明に係る液滴吐出ヘッドである構成としたものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図、図2は同機構部の側面説明図である。

【0018】このインクジェット記録装置は、記録装置本体1の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへのインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部2等を収納し、装置本体1の下方部には前方側から多数枚の用紙3を積載可能な給紙カセット（或いは給紙トレイでもよい。）4を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙3を手差し給紙するための手差しトレイ5を開倒することができ、給紙カセット4或いは手差しトレイ5から給送される用紙3を取り込み、印字機構部2によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ6に排紙する。

【0019】印字機構部2は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド11と従ガイドロッド12とでキャリッジ13を主走査方向（図2で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ13にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ

（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドからなるへ

ッド14をインク滴吐出方向を下方に向けて装着し、キャリアッジ13の上側にはヘッド14に各色のインクを供給するための各インクタンク（インクカートリッジ）15を交換可能に装着している。

【0020】ここで、キャリアッジ13は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド11に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向下流側）を従ガイドロッド12に摺動自在に載置している。そして、このキャリアッジ13を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ17で回転駆動される駆動ブーリ18と従動ブーリ19との間にタイミングベルト20を張装し、このタイミングベルト20をキャリアッジ13に固定している。

【0021】また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド14を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズル4を有する1個のヘッドでもよい。さらに、ヘッド14として用いるインクジェットヘッドは、圧電素子などの電気機械変換素子で液室（インク流路）壁面を形成する振動板を介してインクを加圧するピエゾ型のもの、或いは発熱抵抗体による膜沸騰でバブル生じさせてインクを加圧するバブル型のもの、若しくはインク流路壁面を形成する振動板とこれに対向する電極との間の静電力で振動板を変位させてインクを加圧する静電型のものなどを使用することができるが、本実施形態では後述するように静電型インクジェットヘッドを用いている。

【0022】一方、給紙カセット4にセットした用紙3をヘッド14の下方側に搬送するために、給紙カセット4から用紙3を分離給装する給紙ローラ21及びフリクションパッド22と、用紙3を案内するガイド部材23と、給紙された用紙3を反転させて搬送する搬送ローラ24と、この搬送ローラ24の周面に押し付けられる搬送コロ25及び搬送ローラ24からの用紙3の送り出し角度を規定する先端コロ26とを設けている。搬送ローラ24は副走査モータ27によってギヤ列を介して回転駆動される。

【0023】そして、キャリアッジ13の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ24から送り出された用紙3を記録ヘッド14の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材29を設けている。この印写受け部材29の用紙搬送方向下流側には、用紙3を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ31、拍車32を設け、さらに用紙3を排紙トレイ6に送り出す排紙ローラ33及び拍車34と、排紙経路を形成するガイド部材35、36とを配設している。

【0024】また、キャリアッジ13の移動方向右端側にはヘッド14の信頼性を維持、回復するための信頼性維持回復機構（以下「サブシステム」という。）37を配置している。キャリアッジ13は印字待機中にはこのサブシステム37側に移動されてキャッピング手段などでヘッド14をキャッピングされる。

【0025】次に、このインクジェット記録装置のヘッ

ド14を構成する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの一例について図3乃至図6を参照して説明する。なお、図3は同ヘッドの分解斜視説明図、図4は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図、図5は図4の要部拡大図、図6は同ヘッドの振動板短手方向の断面説明図である。

【0026】インクジェットヘッド40は、単結晶シリコン基板、多結晶シリコン基板、SOI基板などのシリコン基板等を用いた流路形成部材である振動板/液室基板（第一基板）41と、この振動板/液室基板1の下側に設けたシリコン基板、バイレックス（登録商標）ガラス基板、セラミックス基板等を用いた電極基板（第二基板）42と、振動板/液室基板41の上側に設けたノズル板（第三基板）43とを備え、複数のインク滴を吐出するノズル44、各ノズル44が連通する流路である加圧室46、各加圧室46にインク供給路を兼ねた流体抵抗部47を介して連通する共通流路である共通液室流路48などを形成している。

【0027】振動板/液室基板41にはノズル44が連通する複数の加圧室46及びこの加圧室46の壁面である底部をなす振動板50（電極を兼ねているが別に電極を形成しても良い。）を形成する凹部を形成し、ノズル板43には流体抵抗部47を形成する溝を形成し、また振動板/液室基板41と電極基板42には共通液室流路48を形成する貫通部を形成している。

【0028】ここで、振動板/液室基板41は、例えば単結晶シリコン基板を用いた場合、予め振動板厚さにボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン層を形成し、電極基板42と接合した後、加圧室46となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、このとき高濃度ボロン層がエッチングストップ層となって振動板50が高精度に形成される。また、多結晶シリコン基板で振動板50を形成する場合は、液室基板上に振動板となる多結晶シリコン薄膜を形成する方法、または、予め電極基板42を犠牲材料で平坦化し、その上に多結晶シリコン薄膜を成膜した後、犠牲材料を除去することで形成できる。

【0029】なお、振動板50に別途電極膜を形成してもよいが、上述したように不純物の拡散などによって振動板が電極を兼ねるようにしている。また、振動板50の電極基板42側の面に絶縁膜を形成することもできる。この絶縁膜としてはSiO₂等の酸化膜系絶縁膜、Si₃N₄等の窒化膜系絶縁膜などを用いることができる。絶縁膜の成膜は、振動板表面を熱酸化して酸化膜を形成したり、成膜手法を用いたりすることができる。

【0030】また、電極基板42には酸化膜層42aを形成し、この酸化膜層42aの部分に凹部54を形成して、この凹部54底面に振動板50に対向する電極55を設け、振動板50と電極55との間にギャップ56を形成し、これらの振動板50と電極55とによってアク

チューエータ部を構成している。電極55は外部に延設して外部駆動回路に接続された接続手段と接続するための接続部（電極取り出し部）55aとしている。なお、電極55表面には SiO_2 膜などの酸化膜系絶縁膜、 Si_3N_4 膜などの窒化膜系絶縁膜からなる電極保護膜57を成膜しているが、電極表面55に電極保護膜57を形成しないで、振動板50側に絶縁膜を形成することもできる。

【0031】この電極基板42として単結晶シリコン基板を用いる場合には通常のシリコンウェハを用いることができる。その厚さはシリコンウェハの直径で異なるが、直径4インチのシリコンウェハであれば厚さが500 μm 程度、直径6インチのシリコンウェハであれば厚さは600 μm 程度であることが多い。シリコンウェハ以外の材料を選択する場合には、振動板／液室基板のシリコンと熱膨張係数の差が小さい方が振動板と接合する場合に信頼性を向上できる。

【0032】これらの振動板／液室基板41と電極基板42との接合は、接着剤による接合も可能であるが、より信頼性の高い物理的な接合、例えば電極基板42がシリコンで形成される場合、酸化膜を介した直接接合法を用いることができる。この直接接合は1000℃程度の高温度で実施する。また、電極基板42がガラスの場合、陽極接合を行うことができる。電極基板42をシリコンで形成して、陽極接合を行う場合には、電極基板42と振動板／液室基板41との間にバイレックスガラスを成膜し、この膜を介して陽極接合を行うこともできる。さらに、振動板／液室基板41と電極基板42にシリコン基板を使用して金等のバインダーを接合面に介在させた共晶接合で接合することもできる。

【0033】また、電極基板42の電極55としては、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられるAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属、または不純物により低抵抗化した多結晶シリコン材料などを用いることができる。電極基板42をシリコンウェハで形成する場合には、電極基板42と電極55との間には絶縁層（上述した酸化膜層42a）を形成する必要がある。電極基板42にガラス基板、セラミック基板等の絶縁性材料を用いる場合には電極55との間に絶縁層を形成する必要はない。

【0034】また、電極基板42にシリコン基板を用いる場合、電極55としては、不純物拡散領域を用いることができる。この場合、拡散に用いる不純物は基板シリコンの導電型と反対の導電型を示す不純物を用い、拡散領域周辺にpn接合を形成し、電極55と電極基板42とを電氣的に絶縁する。

【0035】ノズル板43には、多数のノズル44を形成するとともに、共通液室流路48と加圧室46を連通するための流体抵抗部47を形成する溝部を形成している。ここでは、このノズル板43は後述するように樹脂

部材と高剛性部材との積層部材とし、高剛性部材としては熱膨張係数が振動板／液室基板41の熱膨張係数と略同じものを用いている。

【0036】このインクジェットヘッド40ではノズル44を二列配置し、この各ノズル44に対応して加圧室46、振動板50、電極55なども二列配置し、各ノズル列の中央部（ヘッド中央部）に共通液室流路48を配置して、共通液室流路48から左右の加圧室46にインクを振り分けて供給する構成を採用している。これにより、各加圧室46へのインク供給を均等に配分することができ、各加圧室の駆動状態の緩衝をほとんど受けることなく、均一なインク滴吐出特性を確保することができ、簡単なヘッド構成で多数のノズルを有するマルチノズルヘッドを構成することができる。

【0037】そして、インクジェットヘッド40の電極55に連続する電極取り出し部55aにヘッド駆動回路であるドライバIC（駆動用ICチップ）60をワイヤボンドによって搭載したFPCケーブル61を異方性導電膜などを介して接続している。このとき、電極基板42とノズル板43との間（ギャップ56入口）を含めて電極取り出し部55aとノズル板43との間は、エポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤62にて気密封止し、ギャップ56内に湿気が侵入して振動板50が変位しなくなるのを防止している。

【0038】さらに、インクジェットヘッド40のノズル板43をフレーム部材65上にギャップ封止剤68にて封止接合し、撥水性を有するノズル板43表面のインクが電極基板42やFPCケーブル61等に回り込むことを防止している。このフレーム部材65にはインクジェットヘッド40の共通液室流路48に外部からインクを供給するためのインク供給穴66を形成しており、またFPCケーブル61等はフレーム部材65に形成した穴部67に収納される。

【0039】そして、このヘッド14のフレーム部材65にはインクカートリッジ15とのジョイント部材70が連結されて、フレーム部材65に熱融着したフィルタ71を介してインクカートリッジ15からインク供給穴66を通じて共通液室流路48にインクが供給される。

【0040】このインクジェットヘッド40においては、振動板50を共通電極とし、電極55を個別電極として（逆の構成とすることもできる。）、振動板50と電極55との間に駆動電圧を印加することによって、振動板50と電極55との間に発生する静電力によって振動板50が電極55側に変形変位し、この状態から振動板50と電極55間の電荷を放電させることによって振動板50が復帰変形して、加圧室46の内容積（体積）／圧力が変化することによって、ノズル44からインク滴が吐出される。

【0041】すなわち、個別電極とする電極55にパルス電圧を印加すると、共通電極となる振動板50との間

に電位差が生じて、個別電極55と振動板50の間に静電力が生じる。この結果、振動板50は印加した電圧の大きさに応じて変位する。その後、印加したパルス電圧を立ち下げることによって、振動板50の変位が復元して、その復元力により加圧室46内の圧力が高くなり、ノズル44からインク滴が吐出される。この場合、振動板50を電極55（実際には絶縁保護膜57表面）に当接するまで変位させる方式を当接駆動方式、振動板50を電極55に当接させない位置まで変位させる方式を非当接駆動方式と称する。

【0042】このインクジェットヘッド40の組み立て手順について説明すると、電極基板42の電極取り出し部55aにドライバIC60が搭載されたFPCケーブル61を異方性導電膜などにより電気的に接続する。そして、アクチュエータ部の振動板/液室基板41とノズル板43とを熱可塑性ポリイミド接着剤を用いて接合している。

【0043】なお、ノズル板43と振動板/液室基板41との位置決めをするために仮接合用の紫外線硬化型接着剤或いは瞬間接着剤を振動板/液室基板41の角部に塗布し、ノズル板43とアクチュエータ部の振動板/液室基板41との位置合わせをして仮接合を行った後、本接合を行うことが好ましい。

【0044】このようにして、電極基板42にFPCケーブル61を接続し、振動板/液室基板41にノズル板43を接合した後、FPCケーブル61及びドライバIC60をフレーム部材65の穴部67に通して、フレーム部材65に電極基板42及びノズル板43を接合する。

【0045】そこで、このインクジェットヘッドにおけるノズル板43の詳細について図7を参照して説明する。このノズル板43は、樹脂部材71と高剛性部材72と接着層73を介して接合した積層部材であり、樹脂部材71にはノズル44を形成し、高剛性部材72にはノズル44に連通するノズル連通口74を形成し、また高剛性部材72には流路形成部材である振動板/液室基板41の線熱膨張係数と略同じ線熱膨張係数を有する材料を用いている。

【0046】ここで、樹脂部材71としては、ポリイミド樹脂、アラミド樹脂、ポリサルホン等を用いることができるが、これに限定されるものではない。樹脂部材71にノズル44を形成することによって径精度の優れたノズル44を形成することができる。

【0047】また、高剛性部材72としては、ステンレススチール等の金属、ジルコニア等のセラミック、シリコン等を用いることができる。樹脂部材71の流路側に高剛性部材72を接合することで、加圧室46に対する加圧力をノズル板43が吸収することが低減されるので、噴射効率を高めることができる。

【0048】この高剛性部材72はこの高剛性部材72

を接合する流路形成部材である振動板/液室基板41と線熱膨張係数が略同じである材料を用いている。ここで、「略同じ」とは、具体的には、流路形成部材の線熱膨張係数をA、高剛性部材72の線熱膨張係数をBとしたとき、AとBの比（ B/A ）が、 $1/3 < B/A < 3$ の範囲内にあることを意味する。流路形成部材の線熱膨張係数Aと高剛性部材72の線熱膨張係数をBとの比（ B/A ）がこの範囲内にあることで、高剛性部材72（ノズル板43）を流路形成部材（振動板/液室基板41）に接合するとき、加熱接合しても、残留応力が低減し、高い信頼性を得ることができる。

【0049】この場合、流路形成部材の線熱膨張係数Aと高剛性部材72の線熱膨張係数Bとの比（ B/A ）が、 $1/2 < B/A < 2$ の範囲内にあることが好ましく、より好ましくは、 $0.8 < B/A < 1.2$ の範囲内にあることであり、これらの範囲にすることで、より確実に残留応力が残らず、より高い信頼性を得ることができる。

【0050】この高剛性部材72の線熱膨張係数を流路形成部材の線熱膨張係数と略同じにすることによる効果は、前記のように流路形成部材である振動板/液室基板41をシリコン基板で形成したときに顕著になる。すなわち、シリコン（線熱膨張係数： 3.3×10^{-6} （ $\text{mm}/\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ ）で振動板/液室基板41を形成した場合、シリコンは、硬くてもろい材質であるため、振動板/液室基板41の表面に加圧室46となる多数の溝（凹部）を形成すると、極めて割れ易く、欠損が発生し易くなる。

【0051】具体的に、振動板/液室基板41に長さ40mmのシリコン基板を用いて、このシリコン基板に線熱膨張係数がシリコンの約4倍（ 13×10^{-6} （ $\text{mm}/\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ ）のニッケル部材を150℃で接合した後、常温に降温したところ、すでにシリコン基板に割れが発生することが実験で確認された。

【0052】したがって、振動板/液室基板41にシリコン基板を用いた場合、ノズル板43の高剛性部材72としても全く同じ線熱膨張係数のシリコン基板を用いることが最も好ましく、これにより接合後の残留応力を最も低減することができる。

【0053】ただし、振動板/液室基板41にシリコン基板を用いた場合、ノズル板43の高剛性部材72としては、シリコン以外の材料でも、シリコンに近い線熱膨張係数の材料であれば使用することができる。このシリコンに近い線熱膨張係数の高剛性部材としては、コパール材又はフェルニコ材を挙げることができる。

【0054】これらのコパール材、フェルニコ材は、線熱膨張係数がシリコンの約1.3倍（ 4.4×10^{-6} （ $\text{mm}/\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ ）であり、前記シリコン基板とニッケル部材の接合実験と同様に、150℃で接合した後、常温に降温する実験をしたところ、シリコン基板に割れ等の異

常が発生しないことが確認された。また、高剛性部材72にコパール材又はフェルニコ材を用いることで、ノズル連通口74をプレス、エッチング等で加工できるので、シリコンを用いる場合よりも安価に形成することができる。

【0055】次に、高剛性部材72に形成するノズル連通口74は、図8に示すように、インク流路側開口面積Aよりもノズル4側開口面積Bを小さくしている。これにより、ノズル連通口74における気泡の滞留が無くなり、噴射特性が安定する。このノズル連通口74の断面形状としては、同図に示すようなテーパ形状に限るものではなく、図9に示すように、断面略釣鐘形状にした場合も、同様の作用効果を得ることができる。

【0056】また、ノズル板43に形成する流体抵抗部47となる溝部は、図10に示すように、高剛性部材72に貫通穴75を形成し、この貫通穴75を樹脂部材71で覆うことで形成している。この流体抵抗部47となる高剛性部材72の貫通穴75は、プレス、エッチング、レーザー照射等で形成することにより、工程の安定化を図ることができる。

【0057】次に、ノズル板43の樹脂部材71について説明すると、樹脂自体はヤング率が小さいので、樹脂部材71と高剛性部材72との熱膨張係数の差は振動板／液室基板41と高剛性部材72との線熱膨張係数の差程に接合上大きな影響はないが、残留応力を極力低減するために、樹脂部材71と高剛性部材72との熱膨張係数を揃えることが好ましい。

【0058】ここで、一般の樹脂材料の線熱膨張係数は約 $50 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$ 程度であり、これはニッケルの線熱膨張係数($13 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$)やシリコンの線熱膨張係数($3.3 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$)に比べて著しく大きい。このニッケルやシリコンと線熱膨張係数が近く、かつ、インク液に対する接液性の優れた材料として、ポリイミド樹脂を挙げることができる。

【0059】このポリイミド樹脂は、線熱膨張係数が $20 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$ 程度であり、ニッケルの線熱膨張係数($13 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$)或いはシリコンの線熱膨張係数($3.3 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$)と比較すると、ニッケル等の金属に対しては著しく近く、シリコンに対しても約6倍程度である。また、このポリイミド樹脂は、インク等の溶剤を含む液に浸しても、溶出、膨潤しないので、薄膜に形成することもできる。

【0060】また、シリコンと線熱膨張係数が近い材料としては、アラミド樹脂を挙げることができる。ここで、このアラミド樹脂は、線熱膨張係数が $2 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$ であり、他の樹脂と比較すると、極端に小さく、シリコンの約0.6倍である。また、アラミド樹脂は、シリコン以外の線熱膨張係数の小さいセラミックスと張り合わせる場合にも有効である。

【0061】ここで、ポリイミド樹脂又はアラミド樹脂等の樹脂部材71は、ノズル44をエキシマレーザー等のレーザー照射で形成することができるので、このノズル44の穴径の精度や工程の安定化を図ることができる。

【0062】さらに、この樹脂部材71の表面には、図11に示すように撥水層76を形成することが好ましい。これにより、噴射方向精度の向上やノズル板43表面のクリーニングの容易性を図れる。ここで、この撥水層76を形成する撥水剤としては、樹脂部材71の表面に密着性のあるフッ素系、シリコン系等のものが好ましい。そして、この撥水層76を予めノズル板43表面に塗布或いは成膜した後にノズル44を穿孔することにより、量産性が向上する。

【0063】次に、樹脂部材71と高剛性部材72とを接合する接着層73（接合剤）、高剛性部材72と流路形成部材である振動板／液室基板41とを接合する接合剤について説明する。これらの接合剤としては、熱可塑性ポリイミドが好ましい。熱可塑性ポリイミドは、主として原料モノマーに工夫を加えることで、芳香族ポリマー分子間の相互作用を弱め、熱流動性を持たせるようにしたものである。

【0064】この熱可塑性ポリイミドは、熱流動性の発現する温度（ T_g ：ガラス転移温度、 250°C 以上）に達するまでは、高度のフレキシビリティを有する樹脂であるが、ガラス転移温度 T_g を超えると軟化してホットメルト型の接着剤として使用できるようになる。また、熱可塑性ポリイミドは、インクの接液性に優れていて、上述したとおりガラス転移点温度 T_g 以下でもフレキシビリティがあるので、ノズル44を形成するフィルム状の樹脂部材71に塗布する場合にも適している。

【0065】この熱可塑性ポリイミドのガラス転移点温度 T_g は低いものでも 150°C 以上であるが、このヘッドにおいては高剛性部材72と流路形成部材（振動板／液室基板41）との線熱膨張係数を略同じにしているので、高剛性部材72と流路形成部材の接合に熱可塑性ポリイミドを使用することができるようになり、生産性と信頼性の向上を図ることができるとともに通常の湿式接着剤に比べて、ガラス転移点温度 T_g 以下では硬化物であるので、接着剤のはみ出し量を抑制することができる。

【0066】接着層73として上述した熱可塑性ポリイミドを用いる場合には、樹脂部材71が耐熱性がある樹脂であることが必要になり、接着層71と同系統であるポリイミド樹脂を用いることが好ましい。

【0067】また、樹脂部材71を熱可塑性ポリイミドの硬化状態のもので形成した場合には、吐出面側表面の撥水層76も含めて、一括して、ノズル44をレーザー照射で穿孔できるので、工程の短縮を図ることができる。

【0068】次に、ノズル板43の層厚みについて説明すると、高剛性部材72の厚みは10~200 μ mの範囲内であることが好ましい。高剛性部材72の厚みが10 μ m未満であると、十分な剛性を得ることができずに、加圧室46内で発生した圧力をダンパーになって逃がしてしまい、加圧室46の壁面として機能しなくなることがあり、また、厚みが200 μ mを越えると、ノズル連通口74の長さが長くなって、加圧室46からノズル44までの流体抵抗を無視することができなくなることがある。

【0069】また、樹脂部材71の厚みは10~100 μ mの範囲内であることが好ましい。樹脂部材71の厚みが10 μ m未満であると、ノズル44内壁部にメニスカスの形成を保つことができなくなり、気泡が侵入して噴射が安定しなくなることがあり、厚みが100 μ mを越えると、レーザー光での穿孔に時間がかかり、タクトタイムが短くなることがある。

【0070】なお、上記実施形態においては、液滴吐出ヘッドが静電型インクジェットヘッドである例で説明しているが、圧電素子を用いたピエゾ型インクジェットヘッド、或いは発熱抵抗体を用いたバブル型インクジェットヘッドなど、その他の方式のインクジェットを駆動制御する場合にも適用することができる。液滴吐出ヘッドはインク滴を吐出するものに限らず、液体レジストなどの液滴を吐出するものなどにも適用できる。

【0071】ただし、本発明は特に静電型液滴吐出ヘッドにおいて有効である。すなわち、前述したように、静電型ヘッドの場合には振動板と電極との間に微小ギャップ(0.1 μ m程度)を保持するため、振動板又は振動板を設けた流路基板と電極を設けた基板又はギャップスペース部材との接合を接着剤で行うことは不可能であり、一般にはシリコンの直接接合や陽極接合、共晶接合を行わなければならない。

【0072】これらの接合方法は接着剤を用いた接合方法よりも強度的に低く、しかも電極側の電極形成溝(凹部)などによって接合面積も著しく狭くなっている。このため、ノズル板と流路形成部材との間で生じた応力は、ノズル板の接合界面ではなく振動板又は振動板を設けた流路基板と電極を設けた基板又はギャップスペース部材との接合界面に集中し、この面からの剥離を生じ易い。つまり、静電型ヘッドにあっては他の構成のヘッドに比べて残留応力に対して著しく弱いという点があり、本発明はこの残留応力を極めて低減できるという有効な作用効果を奏するものである。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るノズル形成部材によれば、ノズルを形成した樹脂部材とノズルに連通するノズル連通口を形成した高剛性部材との積層部材からなり、流路形成部材とこの流路形成部材に接合する高剛性部材とは線熱膨張係数が略同じである構成

としたので、接合時に加熱しても残留応力を低減でき、ヘッドの信頼性が向上する。

【0074】ここで、流路形成部材をシリコンで形成することで、微細な流路を形成できるとともに信頼性が向上する。また、高剛性部材をシリコンで形成することで、流路形成部材をシリコンで形成した場合に線熱膨張係数を同じにすることができ、残留応力が全くなり、一層信頼性が向上する。さらに、高剛性部材をコパール材又はフェルニコ材で形成することで、加工も容易で、安価なヘッドを得ることができる。

【0075】また、高剛性部材のノズル連通口はノズル側開口面積がインク流路側開口面積より小さくすることにより、このノズル連通口に気泡が滞留することがないので、高い噴射安定性が得られる。また、この高剛性部材には流路とこの流路にインクを供給する共通流路とを連通する流体抵抗部を形成することで、ノズル連通口と流体抵抗部を同一工程で形成することができ、流体抵抗の形状を自由に設定することができて、ヘッドの製造工程の簡略化と低コストを図れる。

【0076】さらに、高剛性部材のノズル連通口は、プレス、エッチング又はレーザー照射で形成することにより、工程の安定化を図れ、生産性の向上を図れる。

【0077】また、樹脂部材としてポリイミド樹脂を用いることで、樹脂部材と高剛性部材との線熱膨張係数の差を小さくすることができ、より残留応力を低減してヘッドの信頼性を向上できるとともに、インクに対する接液性も向上する。さらに、樹脂部材とアラミド樹脂を用いることで、高剛性部材にシリコンを用いた場合に樹脂部材と高剛性部材との線熱膨張係数の差を小さくすることができ、より残留応力を低減してヘッドの信頼性を向上できる。

【0078】さらにまた、樹脂部材の吐出面側表面には撥水性を有する撥水層を形成することで、噴射方向が安定し、且つクリーニング性の良好なヘッドを得られる。

【0079】また、ノズル形成部材の樹脂部材と高剛性部材とを熱可塑性ポリイミドで接合することで、接合剤のはみ出しを抑え、噴射特性のバラツキの少ないヘッドが得られ、また接液性、被着性も高いので接合信頼性も向上する。同様に、ノズル形成部材の高剛性部材と流路形成部材とを熱可塑性ポリイミドで接合することで、接合部のはみ出しを抑えることができ、噴射特性のバラツキの少ないヘッドを得られる。

【0080】さらに、高剛性部材の厚みを10~200 μ mの範囲内とすることにより、流路形成部材内の圧力損失がなく、また、ノズル連通口の流体抵抗による損失も少ない、高い噴射効率のヘッドを得られる。

【0081】また、樹脂部材の厚みを10~100 μ mの範囲内とすることにより、ノズルメニスカス位置をノズル内壁部に保持することで噴射の安定性を図ることができ、生産性も向上できる。

15

【0082】さらに、流路の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板を静電力で変形変位させる静電型ヘッドとすることで、残留応力の低減による信頼性の大幅に向上することができる。

【0083】本発明に係るインクジェット記録装置によれば、インク滴を吐出させるインクジェットヘッドが上記液滴吐出ヘッドのいずれかである構成としたので、液滴吐出特性のバラツキが少なく、画像品質及び信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図

【図2】同記録装置の側断面説明図

【図3】本発明に係るインクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図4】同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図5】図4の要部拡大図

16

*【図6】同ヘッドの振動板短手方向の断面説明図

【図7】同ヘッドのノズル板の模式的拡大断面図

【図8】同ノズル板のノズルとノズル連通口との関係を説明する模式的拡大断面図

【図9】同ノズル板のノズル連通口の他の例を説明する模式的拡大断面図

【図10】同ノズル板の流体抵抗部分を説明する模式的拡大断面図

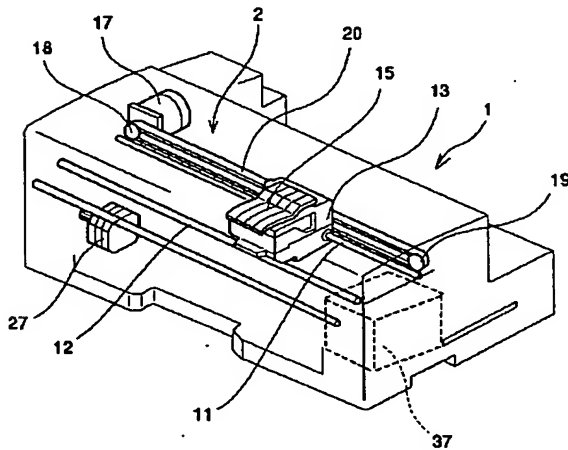
【図11】同ノズル板の他の例を説明する模式的拡大断面図

【符号の説明】

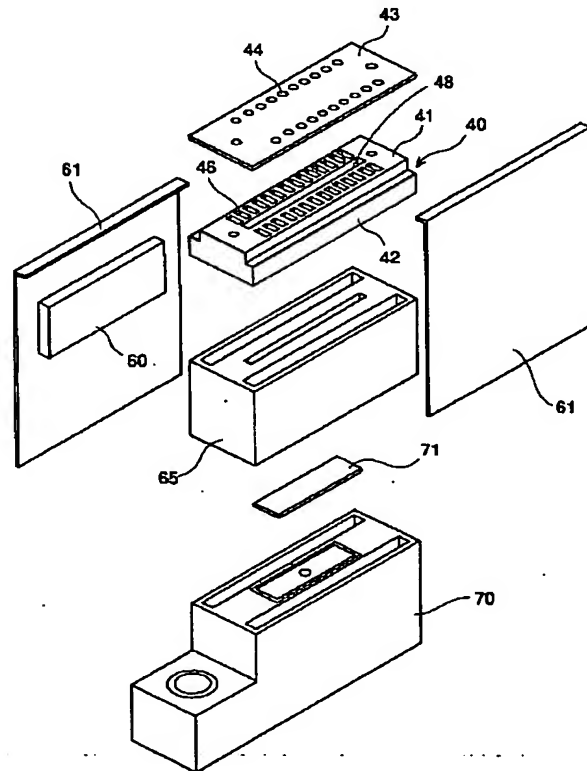
13…キャリッジ、14…ヘッド、41…振動板/液室基板、42…電極基板、43…ノズル板、44…ノズル、46…加圧室、47…流体抵抗部、48…共通液室流路、50…振動板、55…電極、71…樹脂部材、72…高剛性部材、73…接着層、74…ノズル連通口、75…貫通穴、76…撥水層。

*

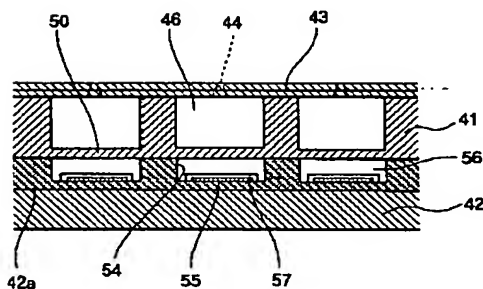
【図1】



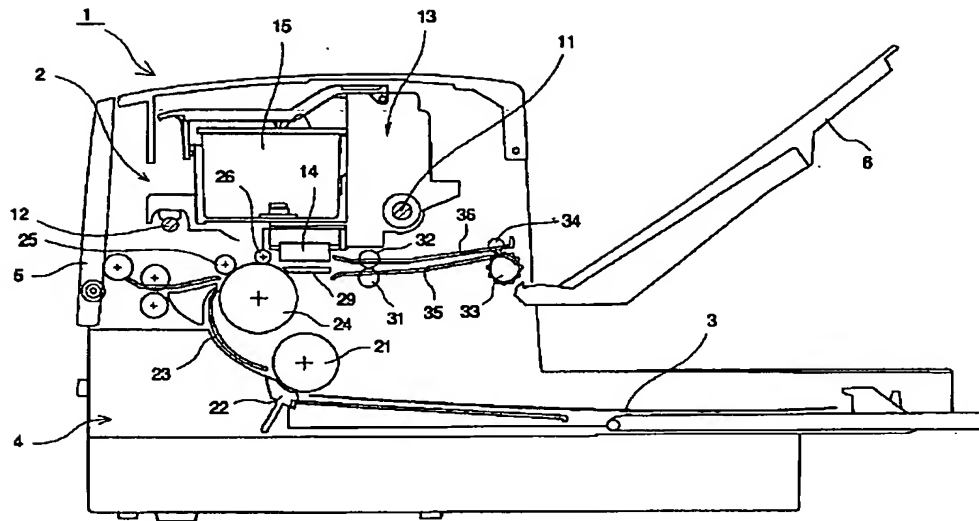
【図3】



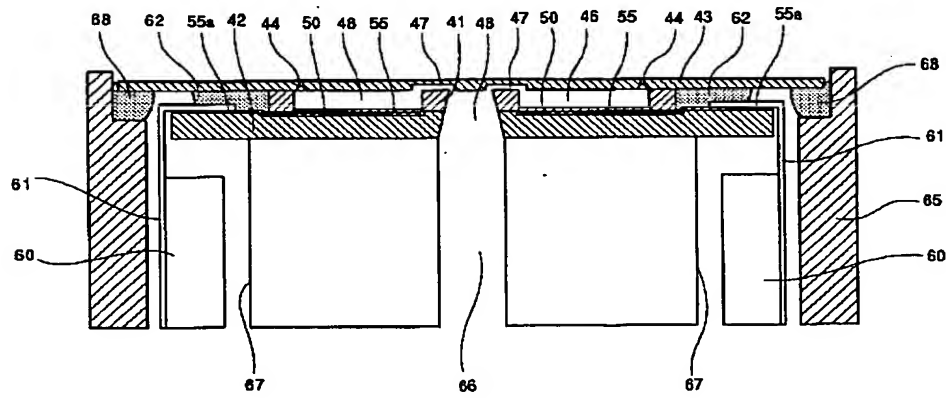
【図6】



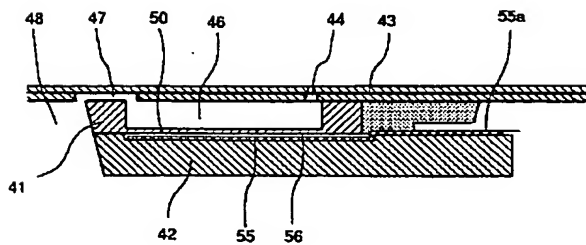
【図2】



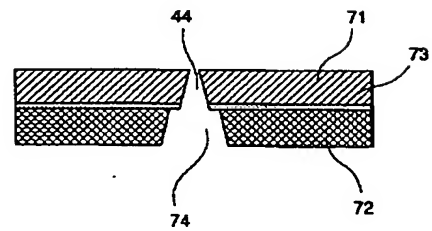
【図4】



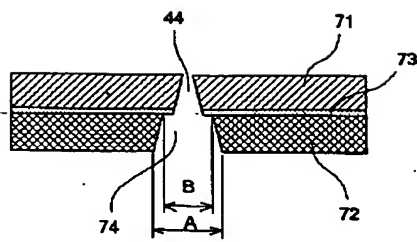
【図5】



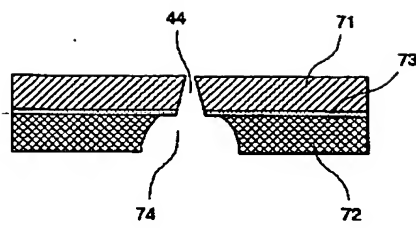
【図7】



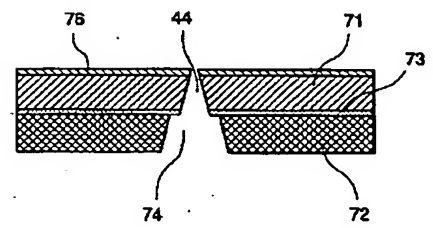
【図8】



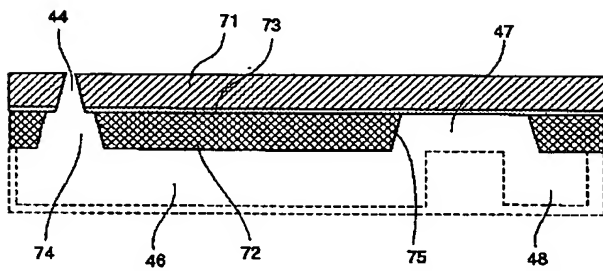
【図9】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 信昭
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

Fターム(参考) 2C057 AF51 AF78 AG54 AP12 AP13
AP22 AP23 AP25 AP34 AP60
AQ01 AQ02 BA03 BA15